



00862.023453

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	)	
	:	Examiner: Unassigned
Takehiko IWANAGA	)	
	:	Group Art Unit: Unassigned
Application No.: 10/775,085	)	
	:	
Filed: February 11, 2004	)	
	:	
For: SCANNING EXPOSURE APPARATUS	)	April 13, 2004

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN      2003-035313, filed February 13, 2003.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200  
SEW/eab

Submitted in U.S. patent appln. no. 10/775,085

CFM 03453  
US

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月 1 3 日  
Date of Application:

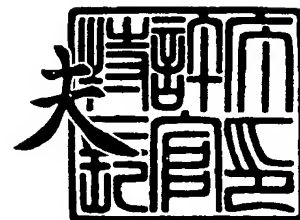
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 3 5 3 1 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 3 5 3 1 3 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    3 月    1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 4 9 9 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 251222

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 走査露光装置

【請求項の数】 1

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 岩永 武彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076428

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康徳

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

    【識別番号】 100112508

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高柳 司郎

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

    【識別番号】 100115071

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康弘

    【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光装置であって、

前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、および、その後前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間を含み、

前記走査露光装置は、前記加速区間において前記ステージが前記等速区間における前記ステージの速度の 30% 以上である所定速度まで加速した時点で基板の走査露光が開始されるように露光動作を制御する制御部を備えることを特徴とする走査露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デバイスの製造に好適な走査露光に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、IC、LSI等の半導体デバイスの高集積化が進んでおり、これに伴う半導体ウエハの微細加工技術の進展も著しい。この微細加工技術の中心をなす投影露光装置として、円弧状の露光域を持つ等倍のミラー光学系に対してマスクと感光基板を走査しながら露光するミラープロジェクションアライナーと呼ばれる等倍の走査露光装置や、マスクのパターン像を屈折光学系により感光基板上に形成し、感光基板をステップアンドリピート方式で露光するステッパーと呼ばれる縮小投影露光装置等がある。

【0003】

更に、最近では高解像力が得られ、且つ画面サイズを拡大できるステップアンドスキャン方式の走査露光装置が実用化されている。走査露光において使用される光源として、短波長の光をパルス発光するパルス光源、例えばエキシマレーザが有用である。パルス光源を用いた走査露光装置において、被照射面上の露光量

を一定に維持しつつ露光むらがないように被照射面上にパルス光を均一に照射するためには、パルス光源のパルス発光時刻やパルス発光間隔、そして、それらと被照射面の移動速度等との関係を適切に設定することが重要になってくる。

#### 【0004】

従来の走査露光装置においては、基板を走査露光する際にステージが静止状態から一定速度に達するまでの加速区間と一定速度から静止状態に達するまでの減速区間では基板を露光しない。したがって、従来は、加速区間及び減速区間は、基板の露光に寄与せず、スループットを低下させる要因となっていた。また、レチクルステージ及びウエハステージが照明領域を通過するために要する距離に加えて、加減速に要する距離も走査範囲として確保する必要がある為、レチクルステージとウエハステージの移動範囲すなわち移動ストロークが長くなるという問題があった。このような問題点に着目した先行技術文献として特開平9-223662号公報がある。同公報に記載された走査露光装置では、光源手段からのパルス光で被照射面上を照射する際、発光制御手段により該被照射面の移動速度に比例した頻度で該光源手段をパルス発光させ、ステージの加減速中にも露光を行うことによりスループットを向上させている。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平9-223662号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、加速中にも露光を行なう場合において、加速の開始直後はステージの偏差が大きい。この為、加速の開始直後に露光を開始した場合、露光精度の指針としてのウエハステージとレチクルステージの同期誤差に依存する移動平均（MA）及び移動標準偏差（MSD）が大きく、高い精度で基板を露光することができない。

#### 【0007】

本発明は、以上の検討に基づいてなされたものであり、例えば、ステージの加速中にも基板を走査露光する方式において、基板の露光精度を向上させることを

目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の走査露光装置は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光装置に関する。ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、および、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間を含む。本発明の走査露光装置は、前記加速区間において前記ステージが前記等速区間における前記ステージの速度の30%以上である所定速度まで加速した時点で基板の走査露光が開始されるように露光動作を制御する制御部を備える。

【0009】

ここで、本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージの移動区間は、前記等速区間の後に前記ステージを減速させる減速区間をさらに含み、前記制御部は、更に、前記減速区間において前記ステージが前記等速区間における前記ステージの速度の30%以上である所定速度まで減速した時点で前記基板の走査露光が完了するように前記露光動作を制御することが好ましい。

【0010】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記制御部は、更に、前記ステージの移動速度に応じた頻度で、パルス光源に基板を露光するためのパルス光を発生させることが好ましい。或いは、本発明の他の好適な実施の形態によれば、前記制御部は、更に、前記ステージが所定の距離だけ移動する都度、パルス光源に基板を露光するためのパルス光を発生させることが好ましい。

【0011】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記制御部は、前記等速区間における前記ステージの速度の30%に達するまで前記ステージの加速度が増し、その後、該加速度がほぼ一定値を維持し、その後、該加速度が零まで低下して前記加速区間が終了するように、前記加速区間における前記ステージの加速を制御することが好ましい。

【0012】

本発明の第 2 の側面は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光装置に関し、ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間、その後に前記ステージを減速させる減速区間を含み、前記走査露光装置は、前記等速区間において基板が走査露光される他、前記加速区間及び前記減速区間内で前記ステージが所定速度以上で移動している区間においても該基板が走査露光されるように露光動作を制御する制御部を備える。ここで、前記所定速度は、前記等速区間における前記ステージの速度の 3 0 % 以上の速度である。

#### 【 0 0 1 3 】

本発明の第 3 の側面は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光装置に係り、ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間、その後に前記ステージを減速させる減速区間を含み、前記走査露光装置は、前記加速区間の途中から開始し前記等速区間を経て前記減速区間の途中で終了する区間において基板が走査露光されるように、露光動作を制御する制御部を備える。

#### 【 0 0 1 4 】

本発明の第 4 の側面は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光方法に係り、ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、および、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間を含み、前記走査露光方法は、前記加速区間において前記ステージが前記等速区間における前記ステージの速度の 3 0 % 以上である所定速度まで加速した時点で光源からの光による基板の走査露光を開始する工程を含む。

#### 【 0 0 1 5 】

ここで、本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージの移動区間は、前記等速区間の後に前記ステージを減速させる減速区間をさらに含み、前記走査露光方法は、基板の走査露光が開始された後、前記等速区間を経て前記減速区間に至り、前記前記減速区間において前記ステージが前記等速区間における前記ステージの速度の 3 0 % 以上である所定速度まで減速した時点で前記走査露光を終了



する工程を更に含むことが好ましい。

【0 0 1 6】

本発明の第5の側面は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光方法に係り、ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間、その後に前記ステージを減速させる減速区間を含み、前記走査露光方法は、前記等速区間において基板が走査露光される他、前記加速区間及び前記減速区間内で前記ステージが所定速度以上で移動している区間においても該基板が走査露光されるように露光動作を制御する工程を含む。ここで、前記所定速度は、前記等速区間における前記ステージの速度の30%以上の速度である。

【0 0 1 7】

本発明の第6の側面は、基板が置かれるステージを移動させながら該基板を走査露光する走査露光方法に係り、ここで、前記ステージの移動区間は、前記ステージを加速させる加速区間、その後に前記ステージをほぼ一定の速度で移動させる等速区間、その後に前記ステージを減速させる減速区間を含み、前記走査露光方法は、前記加速区間の途中から開始し前記等速区間を経て前記減速区間の途中で終了する区間において基板が走査露光されるように露光動作を制御する工程を含む。

【0 0 1 8】

本発明の走査露光装置及び走査露光方法によれば、高い露光精度を維持しながらスループットを向上させることができ、したがって、該装置及び方法を適用したデバイス製造もまた新規かつ有用な効果をもたらす。

【0 0 1 9】

本発明のデバイス製造方法は、上記の走査露光装置及び方法を適用して、感光剤が塗布された基板を走査露光して該基板にパターンを転写する工程と、前記基板の感光剤を現像する工程とを含む。現像された感光剤をマスクパターンとして、例えば、下地の層を加工（例えば、エッチング）して所望のパターンを形成することができる。このようなプロセスは、フォトリソグラフィプロセスと呼ばれ、これを繰り返すことにより、所望のデバイスを得ることができる。

**【 0 0 2 0 】****【発明の実施の形態】**

この明細書において、区間（例えば、移動区間、加速区間、等速区間、減速区間等の用語における区間）というときは、時間的な期間又は三次元空間内における 2 つの位置の間を意味する。

**【 0 0 2 1 】**

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

**【 0 0 2 2 】****（第 1 の実施の形態）**

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態としての走査露光装置の要部概略図である。走査露光装置の範疇には、例えばステップアンドスキャン方式の走査露光装置（いわゆるスキャナー）やミラープロジェクションアライナー等、基板及び原版を移動させながら該基板を走査露光して該基板に該原版のパターンを転写するあらゆる方式の露光装置が含まれうる。

**【 0 0 2 3 】**

本発明の好適な実施の形態の走査露光装置 5 0 は、例えば、I C、L S I 等の半導体デバイス、液晶デバイス、C C D 等の撮像デバイス、磁気ヘッド等、種々のデバイスの製造に好適である。

**【 0 0 2 4 】**

図 1 に示す走査露光装置 5 0 では、光源 1 として、例えば、パルス光を発生するエキシマレーザ等が利用されうる。以下では、光源 1 がパルス光源である場合について本発明を例示的に説明する。光源 1 が発生した光束は、ビーム整形光学系 2 により所望のビーム形状に整形され、フライアイレンズ等から成るオプティカルインテグレータ 3 の光入射面 3 a に指向される。オプティカルインテグレータ 3 は、複数の微小レンズを 2 次元的に所定のピッチで配列して構成されており、その光射出面 3 b 近傍に複数の 2 次光源が形成される。

**【 0 0 2 5 】**

オプティカルインテグレータ 3 の光射出面 3 b 近傍に形成される各 2 次光源は、コンデンサーレンズ 4 を通して複数の可動ブレード（遮光部材）を有するマス

キングブレード5をケーラー照明する。マスクングブレード5は、例えば4枚の可動ブレードの相対するエッジでスリット状の開口を形成する。

#### 【0026】

マスクングブレード5を通過した光束は、結像レンズ6によってレチクルステージ11に載置されたレチクル（原版）9上に集光される。これにより、レチクル9の全域のうちスリット状の照明領域が照明される。集光レンズ6とレチクル9との間にはミラー7が配置され、集光レンズ6を通った光束は、ミラー7によって光路がレチクル9の方向に折り曲げられている。レチクル9に形成されたパターンは、投影光学系8を通してウエハステージ12に載置された半導体ウエハ等のウエハ（基板）10に縮小投影される。

#### 【0027】

この実施の形態では、マスクングブレード5とレチクル9は、結像レンズ6及びミラー7より成る光学系により略共役関係にある。また、オプティカルインテグレータ3の射出面3b近傍（2次光源面）と投影光学系8の瞳面とは、コンデンサーレンズ4及び結像レンズ6より成る光学系により略共役関係にある。

#### 【0028】

この走査露光装置50における露光動作及びそれに関連する動作は、制御部100によって制御される。制御部は、ステージ位置計測部101、ステージ同期移動制御部102、時間間隔演算部103、記憶部104、パルス発光時刻制御部105を含んで構成されうる。

#### 【0029】

ステージ同期移動制御部102は、走査露光時に、レチクルステージ（原版ステージ）11とウエハステージ（基板ステージ）12（以下、両者を単にステージともいう）を投影光学系8の倍率に応じた比率で移動するように制御する。例えば、投影光学系8の倍率が $1/4$ である場合、ステージ同期移動制御部102は、レチクルステージ11とウエハステージ12とが4：1の速度比で反対方向に移動するように制御する。ここで、ステージ同期移動制御部102は、ステージ11、12の位置を計測するステージ位置計測部101からステージ11、12の現在位置を示す位置データ或いは位置信号を得て、これに基づいてステー

ジ 11、12 の位置を制御する。また、ステージ同期移動制御部 102 は、ウエハ 10 上の複数の露光領域が順に走査露光されるようにステージ 11、12 の移動を制御する。ここで、各露光領域の走査露光におけるステージ 11、12 の移動区間は、加速区間、等速区間及び減速区間で構成される。

#### 【0030】

ステージ位置計測部 102 は、ステージ 11、12 の位置データ或いは位置信号を時間微分してステージ 11、12 の速度を求める速度検出部 101a を有する。なお、速度検出部 101a は、ステージ位置計測部 102 の構成要素としてではなく、別体の構成要素として構成されてもよい。

#### 【0031】

時間間隔演算部 103 は、速度検出部 101a から提供される速度を示すデータに基づいてパルス発光の時間間隔を演算する。パルス発光の時間間隔は、ステージ 11 又は 12 の速度と該時間間隔との積が所定値になるように決定される。これは、ステージ 11 又は 12 の速度とパルス発光の頻度が比例するようにパルス発光の時間間隔が決定されることを意味する。

#### 【0032】

記憶部 104 は、直前のパルス発光時刻を記憶する。パルス発光時刻制御部 105 は、時間間隔演算部 103 から提供されるパルス発光時間間隔と記憶部 104 に記憶されている直前のパルス発光時刻に基づいて次のパルス発光時刻を決定する時刻演算部 105a と、パルス光源 1 のパルス発光時刻を制御する（即ち、次のパルス発光時刻にパルス発光させる）発光駆動部 105b とを有している。時刻演算部 105a によって決定された次のパルス発光時刻は、記憶部 105 に記憶（典型的には、上書き）される。

#### 【0033】

以上のように、露光装置 50 は、制御部 100 による制御の下で、ステージ 11、12 の移動速度に比例した頻度でパルス光源 1 をパルス発光させる。ここで、露光装置 50 は、制御部 100 による制御の下で、レチクルステージ 11（レチクル 9）とウエハステージ 12（ウエハ 10）との相対移動におけるステージ 11、12 の加減速中においても、ステージ 11、12 の移動速度（走査速度）

に比例した頻度（移動速度に反比例した時間間隔）でパルス光源 1 をパルス発光させてウエハ 10 をレチクル 9 のパターンで走査露光する。すなわち、この実施の形態によれば、ステージ 11、12 の加減速中においてもウエハ 10 が露光されるので、スループットを向上させるとともにステージ 11、12 の移動ストロークを短くすることができる。更に、ステージ 11、12 の移動速度（走査速度）に比例した頻度（移動速度に反比例した時間間隔）でパルス光源 1 をパルス発光させること、すなわちステージ 11、12 の移動速度に応じてパルス光源 1 のパルス発振周期を変更することにより、ステージ 11、12 の移動速度の変動による露光むらを補正することができる。

#### 【0034】

この実施の形態では、更に、制御部 100 は、加速区間、それに続く等速区間、それに続く減速区間で構成されるステージ 11、12 の移動区間（走査区間）におけるパルス光によるウエハ 10 の露光を、加速区間、等速区間、減速区間の全てではなく、加速区間の途中（より具体的には、加速区間においてステージ 11、12 の露光精度（例えば、MA、MSD）が許容値内に収まった後）から始まるように露光動作を制御する。これにより、スループットの向上及びステージの移動ストロークの短縮と露光精度の維持とを両立させることができる。ここで、ウエハ 10 の走査露光の終了のタイミングについては、露光精度の維持の観点では等速区間の終了点であることが好ましいが、スループットの向上の観点では減速区間の途中であることが好ましい。

#### 【0035】

なお、加速区間とは、ステージ 11、12 を正の加速度で加速させる区間、等速区間とは、ステージ 11、12 をほぼ一定の速度で移動させる区間、減速区間とは、ステージ 11、12 を負の加速度で減速させる区間である。

#### 【0036】

以下では、上記のようなステージの加速途中でウエハの露光を開始する方式について、更に具体的に説明する。

#### 【0037】

パルス光源 1 からウエハ 10 に提供されるパルス光の個々のエネルギー量がほ

ば一定量であるとき、ウエハ上の蓄積露光量（目標露光量） $P$ は、（１）式で表わされる。なお、 $*$ は乗算記号である。

【0038】

$$P = q * n * B_x / V_x \quad \dots (1)$$

ここで、 $q$ は１回のパルス発光によるウエハの露光量、 $n$ はパルス光源１が単位時間当たりに発光するパルス数を意味するパルス発光頻度、 $B_x$ はマスキングブレード５によって規定されたウエハ上の照明領域の幅、 $V_x$ はウエハ（ウエハステージ１２）の移動速度である。

【0039】

ウエハ上の蓄積露光量 $P$ を一定に保つ為のパルス発光頻度 $n$ は（２）式で表される。

【0040】

$$n = P * V_x / (q * B_x) \quad \dots (2)$$

ここで、 $q$ 、 $B_x$ 、 $P$ は一定値であるから、パルス発光頻度 $n$ はウエハの移動速度 $V_x$ に比例する。

【0041】

時間軸上で隣り合う２つのパルス発光の時間間隔を意味するパルス発光時間間隔 $\Delta t$ とパルス発光頻度 $n$ の関係は、（３）式で表わされる。

【0042】

$$\Delta t = 1 / n \quad \dots (3)$$

パルス発光時間間隔 $\Delta t$ の時間内にウエハ（ウエハステージ）が移動する距離 $\Delta x$ は（４）式で表わされ、これに（２）式を代入すれば、 $\Delta x$ は一定値であることが分かる。

【0043】

$$\Delta x = \Delta t * V_x \quad \dots (4)$$

$$= V_x / n$$

$$= q * B_x / P = \text{一定}$$

また、レチクルステージ１１とウエハステージ１２は投影光学系の倍率 $a$ と等しい一定の速度比であるから、レチクルが移動する距離 $\Delta y$ は（５）式で表わさ

れる。

【0044】

$$\Delta y = \Delta x / a \quad \dots (5)$$

つまり、ステージ11、12の速度が変化してもウエハ上の蓄積露光量Pを一定に保つには、パルス発光頻度n、パルス発光時間間隔 $\Delta t$ 、ウエハ移動距離 $\Delta x$ 、レチクル移動距離 $\Delta y$ のいずれかが、各々の条件を示す(2)～(5)式を満足するようにパルス発光を制御すればよい。

【0045】

図3は、本発明の好適な実施の形態においてレチクルステージ11とウエハステージ12を同期移動させるときのステージ速度とパルス光源1のパルス発光時刻との関係を示す概略図である。

【0046】

図3(A)はレチクルステージ11の速度、図3(B)はウエハステージ12の速度、図3(C)はパルス発光頻度が走査中に変化する様子を示している。ステージ11、12は同期しており、パルス発光頻度はステージ11、12の速度に従って決定されるので、ステージ11、12が一定速度にある状態(等速区間)のみならず、加減速時(加速区間、減速区間)にパルス発光しても均一な蓄積露光量でウエハを露光することができる。

【0047】

図6は、レチクルステージ11とウエハステージ12を同期移動させるときのステージ加速度 $A_{cc}$ とステージ速度 $V_{el}$ 、ウエハステージ11とレチクルステージ12の同期精度 $S_{ync}$ 、露光スリット幅移動平均 $MA$ 、移動標準偏差 $MSD$ を示す図である。ステージ11、12の加速区間は、加速度アップ区間A、等加速度区間B、加速度ダウン区間Bの3区間で構成されている。ステージ11、12の等速区間は、区間Dであり、減速区間は、区間E、F、Gで構成されている。図6において、同期精度 $S_{ync}$ 、移動平均 $MA$ 、移動標準偏差 $MSD$ は、区間Aにおいては各値とも値が大きいが、区間Bにおいては力の変化が無い為に値が小さくなっていることがわかる。従って、図6の $Exp$ 区間(区間Bの先頭から区間Fの最後)に示されるように、区間Bから露光を開始することがで

きる。

#### 【0048】

図5は、パルス光源1がArFレーザーである場合とKrFレーザーである場合におけるステージ同期精度に依存する移動標準偏差MSDと露光パターンのCritical Dimension (CD) との関係を示す図である。MSDが大きくなるにつれてCDが減少するがMSD値が10nm以下であればCD値の減少は2nmと小さいので、実用上は問題が無いことがわかる。図6において、区間B以降のMSDは6nm以下であり、このときのCDの劣化は図5によれば1nm程度である。したがって、区間Bの先頭又は途中から露光を開始しても露光精度に与える影響はほとんど無い事が分かる。

#### 【0049】

なお、図6においては、ジャーク区間A、C、E、Gの加速度変化はリニアであるが、力の変極点が不連続となっているためにこの不連続点におけるステージの揺動が大きくなっている。この力の不連続な変化を無くし、ステージ11、12の揺動を小さくするために、多次関数や三角関数に基づくジャークのプロファイルを用いた方がより好ましい。この場合、区間B以降のMSDは更に小さくなり、CDも更に小さくなる。

#### 【0050】

図4は、加速区間の詳細を示す図であり、横軸は時間t、縦軸は加速度Accであり、最大加速度はGに設定されている。加速度アップ時間J後のステージ速度は、底辺J、高さGの3角形の面積に等しく、 $J \cdot G = S1$ とすると $S1/2$ である。等加速度時間K中のステージ速度の変化量は、一辺がK、他辺がGの長方形の面積に等しく、 $K \cdot G = S2$ である。加速度ダウン時間J中のステージ速度の変化量は、 $S1/2$ である。よって、最終的なステージ速度vは、(6)式のように表される。

#### 【0051】

$$v = S1 + S2 = G (J + K) \quad \cdots (6)$$

つまり、加速度の変化時間Jと等加速時間Kの和は、(7)式のように、最高加速度Gとステージ速度vで一意的に決まる。

#### 【0052】



$$v/G = J + K \cdots (7)$$

一方、ステージ 11、12 の加速開始からステージ 11、12 が目標速度（等速区間における速度）に達する迄に要する時間は  $(2J + K)$  であるので、 $K$  を短くする（つまり  $J$  を長くする）と加速時間が延びる事になりスループットの低下を招く。また、 $J$  を短くするとステージ 11、12 に加わるパワースペクトルが高周波成分を持つようになるために同期精度が劣化する。この為、図 7 における  $S1$  と  $S2$  の最適な比  $R$  が存在し、 $R = 2/3$  とすることが好ましいことが判明している。例えば、1) レチクルステージ 11 の最高加速度を  $2G$ 、速度を  $1\text{ m/sec}$ 、 $J$  を  $30\text{ msec}$  とすると、 $K=21\text{ msec}$  となり、2) レチクルステージの最高加速度を  $2.8G$ 、速度を  $1.4\text{ m/sec}$ 、 $J$  を  $30\text{ msec}$  とすると、 $K=21\text{ msec}$  となる。

#### 【0053】

$R = 2/3$  とした場合に図 4 における加速度アップ区間の終了点  $P$  におけるステージ速度  $V_p$  は、ステージ加速終了時点のステージ速度（等速区間におけるステージ速度）を  $V$  とすると、(8) 式で表される。

#### 【0054】

$$V_p = 0.3V \cdots (8)$$

前述の様に、本発明の好適な実施の形態によれば、図 6 における区間  $B$  の先頭又は途中からウエハの露光を開始することが好ましいので、(7) 式を考慮すると、加速区間において、等速区間におけるステージ速度の 30% 以上の所定速度に加速された時点で露光を開始することが好ましい。また、減速区間におけるウエハの露光についても、等速区間におけるステージ速度の 30% 以上の所定速度に減速される時点までウエハを露光することが好ましい。

#### 【0055】

すなわち、本発明の好適な実施の形態では、制御部 100 は、加速区間におけるステージ 11、12 の速度が等速区間におけるステージ 11、12 の速度の 30% 以上の所定速度に加速された後にウエハの露光が開始されるように露光動作を制御し、また、減速区間におけるステージ 11、12 の速度が等速区間におけるステージ 11、12 の速度の 30% 以上の所定速度に減速される前にウエハの

露光を完了するように露光動作を制御する。

#### 【0056】

このように加速区間の途中以降をウエハの露光のために利用することにより、更に好ましくは、加速区間の途中以降から等速区間を経て減速区間の途中までをウエハの露光に利用することにより、露光精度を高く維持しながら、露光に寄与しない時間を削減しスループットを向上させることができる。また、従来は、ステージの加速区間の全て及び減速区間の全てに相当する距離についてステージを余分に移動させる必要があったが、本発明の好適な実施の形態によれば、ステージの加速区間の一部（加速度アップ区間）及び減速区間の一部に相当する距離についてのみステージを余分に移動させればよいので、ステージ 11、12 の移動ストロークを短くすることができる。

#### 【0057】

（第 2 の実施の形態）

図 2 は、本発明の第 2 の実施の形態としての走査露光装置の要部概略図である。第 1 の実施の形態ではステージの移動速度に比例した頻度で光源 1 をパルス発光させるのに対して、第 2 の実施の形態では、ステージが予め設定した距離だけ移動する毎に光源 1 をパルス発光させる。他の構成及び制御については、第 2 の実施の形態は第 1 の実施の形態と同様である。

#### 【0058】

図 2 に示す本発明の第 2 の実施の形態の走査露光装置 50' は、図 1 に示す制御部 100 の代わりに制御部 100' を備えている。制御部 100' は、ステージ位置計測部 101、ステージ同期移動制御部 102、記憶部 106、パルス発光位置制御部 107 を含んで構成されうる。

#### 【0059】

記憶部 106 には、直前に光源 1 がパルス発光した時点でのレチクルステージ 11 又はウエハステージ 12 の位置（又は両者の位置であってもよい）を示す情報を記憶する。パルス発光位置制御部 107 は、記憶部 106 に記憶された位置情報に基づいて、直前のパルス発光の時点からレチクルステージ 11 又はウエハステージ 12 が移動した距離を演算する移動距離演算部 107a と、レチクルス

ステージ 11 又はウエハステージ 12 の移動量が所定移動量に達したときにパルス光源 1 をパルス発光させる発光駆動部 107b とを有している。制御部 100' の他の構成については、第 1 の実施の形態と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0060】

##### (応用例)

以上のような走査露光装置及び走査露光方法によれば、高い露光精度を維持しながらスループットを向上させることができる。したがって、該装置及び方法を適用したデバイス製造もまた新規かつ有用な効果をもたらす。

#### 【0061】

本発明のデバイス製造方法は、上記の走査露光装置及び方法を適用して、感光剤が塗布された基板（例えば、半導体ウエハ等のウエハ、ガラス板等）を走査露光して該基板にパターンを転写する工程と、前記基板の感光剤を現像する工程とを含む。現像された感光剤をマスクパターンとして、例えば、下地の層を加工（例えば、エッチング）して所望のパターンを形成することができる。このようなプロセスは、フォトリソグラフィプロセスと呼ばれ、これを繰り返すことにより、所望のデバイスを得ることができる。

#### 【0062】

##### 【発明の効果】

ステージの加速中にも基板を走査露光する方式において、基板の露光精度を向上させることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の走査露光装置の要部概略図である。

##### 【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態の走査露光装置の要部概略図である。

##### 【図 3】

レチクルステージの移動速度及びウエハステージの移動速度とパルス発光との関係を示す図である。

##### 【図 4】

加速区間における加速度変化を示す図である。

【図 5】

MSD 値とレンズの CD 変化の関係を示す図である。

【図 6】

ステージの加速度 (A c c) 及び速度 (V e l)、同期精度 (S y n c)、移動平均 (MA)、分散 (MSD) を示す図である。

【符号の説明】

- 1 パルス光源
- 2 ビーム整形光学系
- 3 オプティカルインテグレータ
- 4 コンデンサーレンズ
- 5 マスキングブレード
- 6 結像レンズ
- 7 ミラー
- 8 投影レンズ
- 9 レチクル
- 10 ウエハ
- 11 レチクルステージ
- 12 ウエハステージ
- 50、50' 走査露光装置
- 100、100' 制御部
- 101 ステージ位置計測部
- 101a 速度検出部
- 102 ステージ同期移動制御部
- 103 パルス発光時間間隔演算部
- 104 パルス発光時刻記憶部
- 105 パルス発光制御部
- 105a 時刻演算部
- 105b 発光駆動部

1 0 6 パルス発光位置記憶部

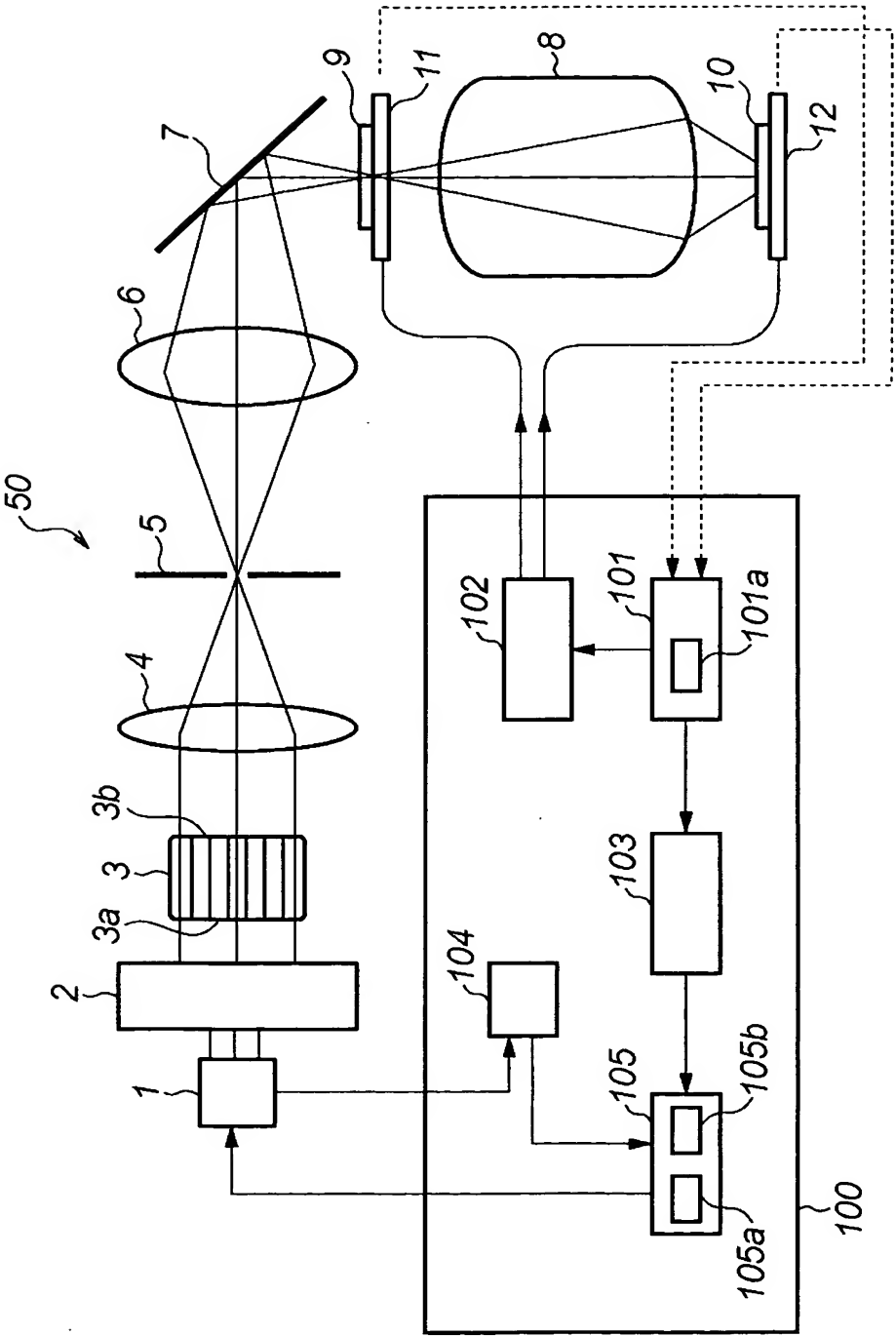
1 0 7 パルス発光制御部

1 0 7 a 移動距離演算部

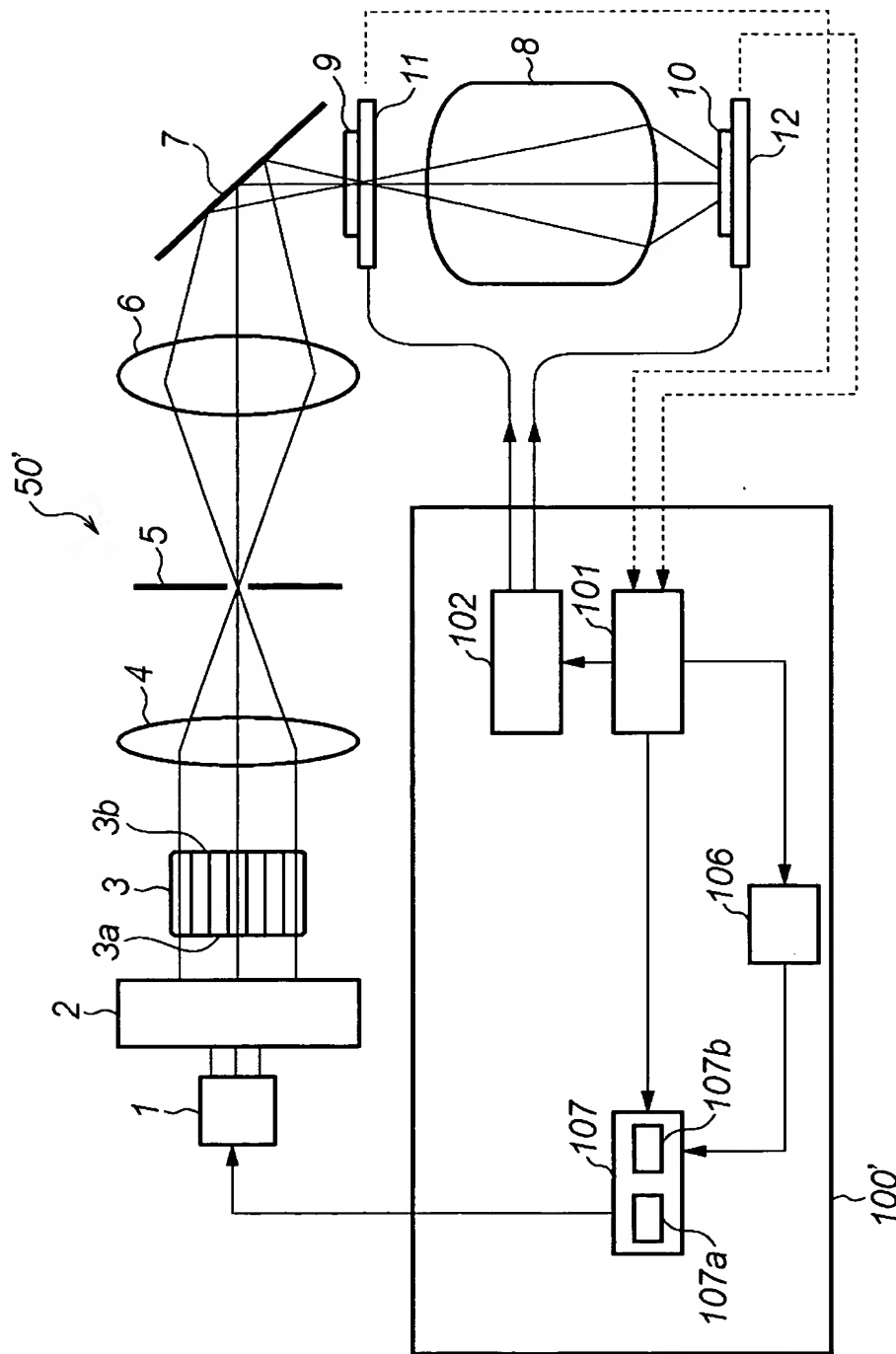
1 0 7 b 発光駆動部

【書類名】 図面

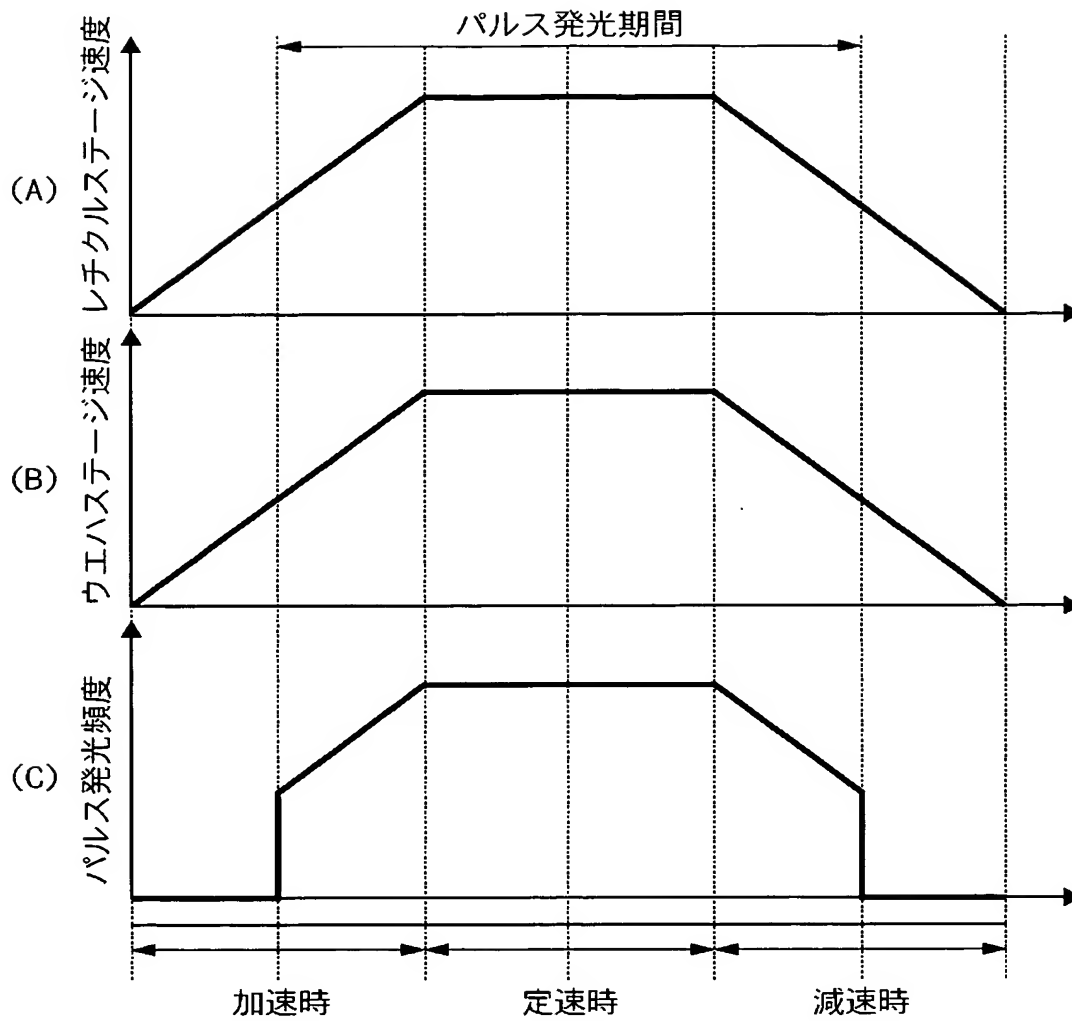
【図 1】



【図 2】

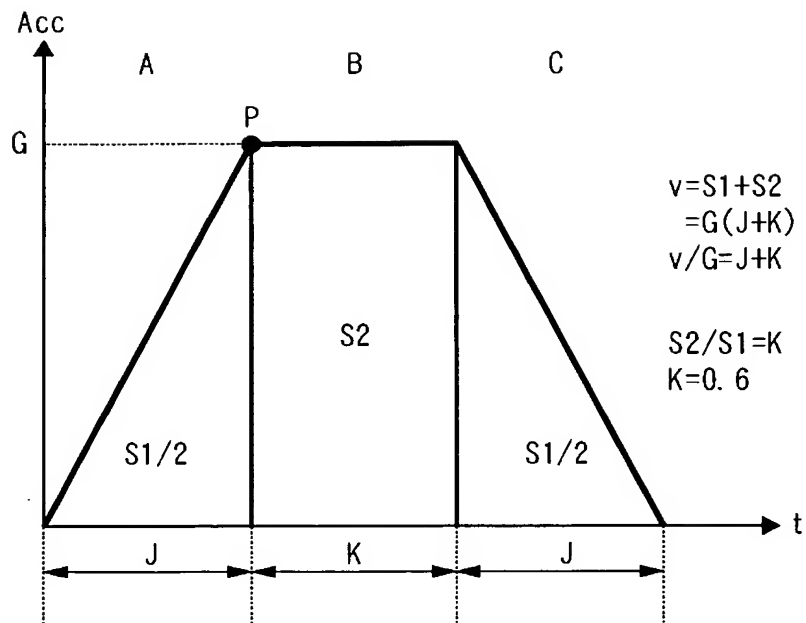


【図 3】

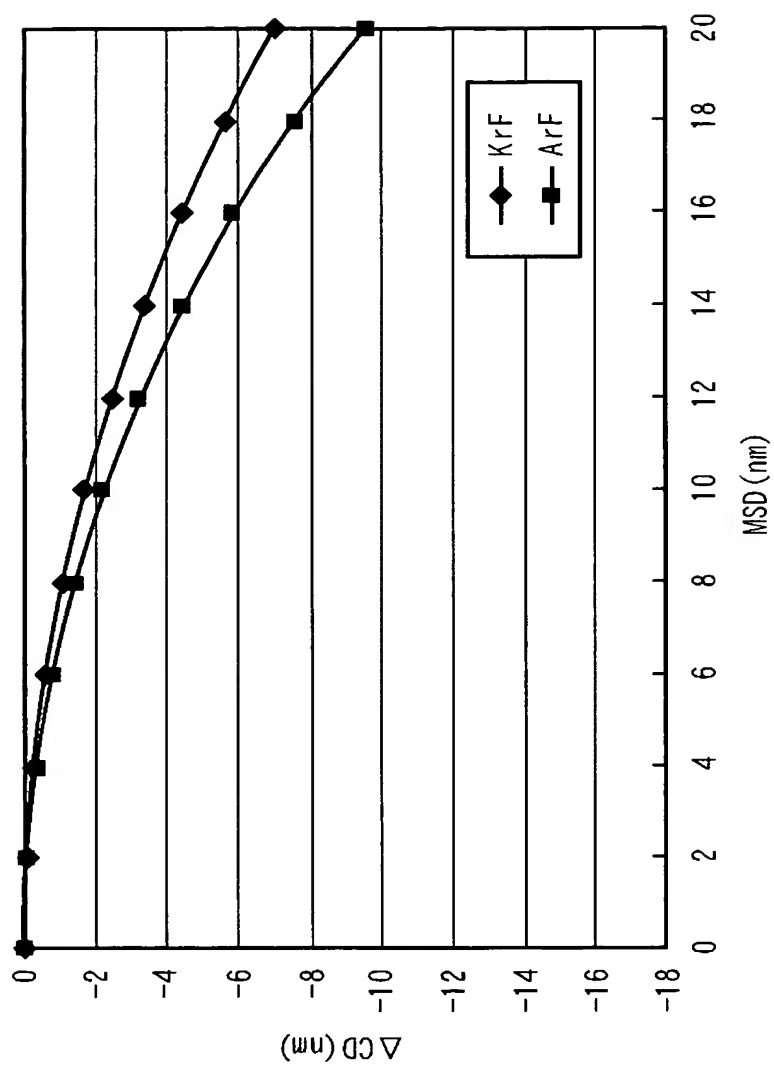




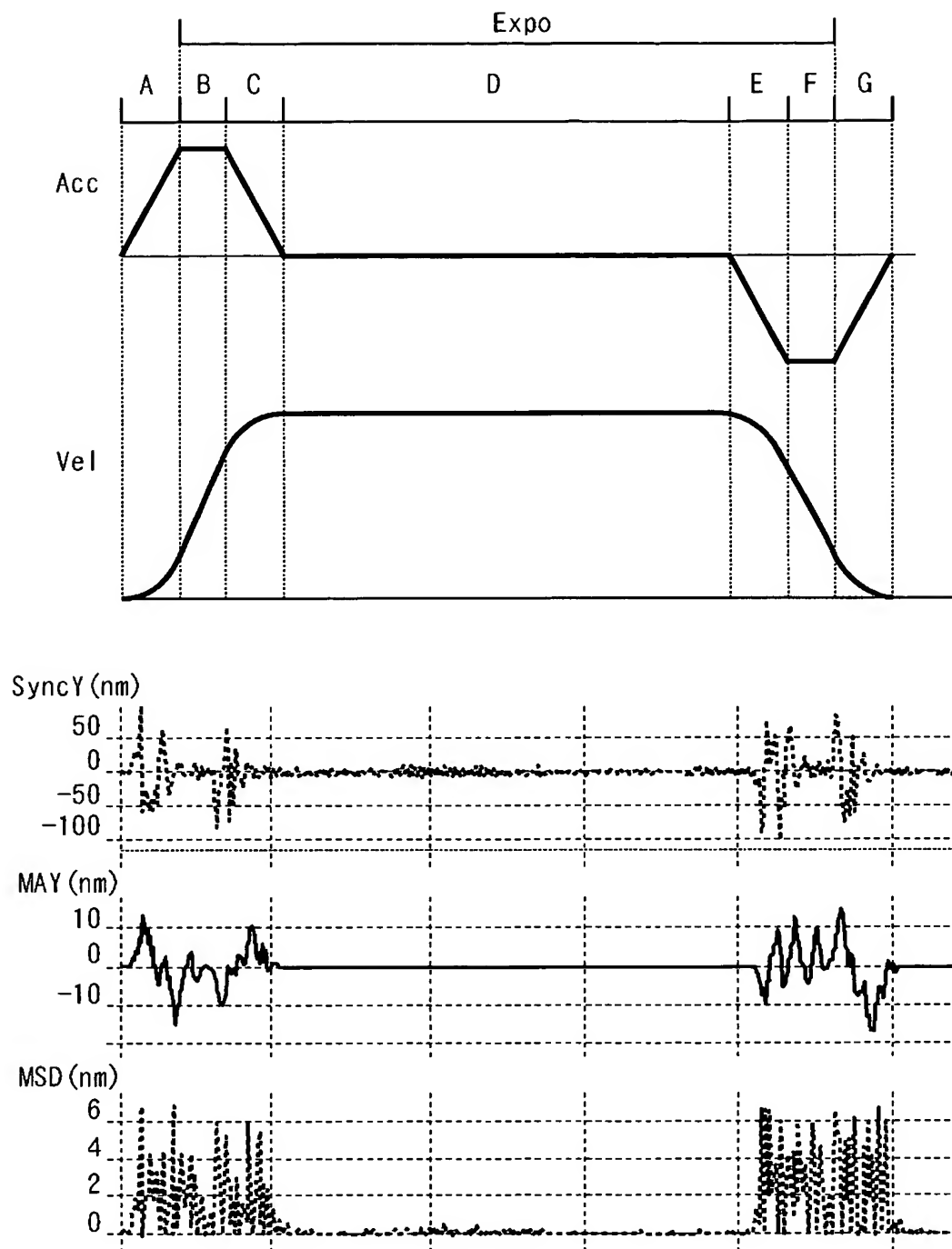
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ステージの加速中にも基板を走査露光する方式において、基板の露光精度を向上させる。

【解決手段】 走査露光装置において、ウエハ上の各露光領域の走査露光におけるステージの移動区間は、加速区間（A， B， C）、等速区間（D）及び減速区間（E， F， G）で構成される。ウエハの走査露光は、加速区間の途中である区間 B の先頭から、すなわち移動標準偏差 M S D が許容値になってから開始される。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 3 - 0 3 5 3 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社